

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-33645

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑫ 公開 昭和63年(1988)2月13日

G 01 N 21/43

7458-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑫ 発明の名称 光学式液体検出装置

⑫ 特 願 昭61-178511

⑫ 出 願 昭61(1986)7月28日

- ⑫ 発 明 者 杉 原 孝 志 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社内
- ⑫ 発 明 者 土 本 修 平 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社内
- ⑫ 発 明 者 渡 辺 昌 規 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社内
- ⑫ 発 明 者 橋 川 正 也 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社内
- ⑫ 出 願 人 シヤープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
- ⑫ 代 理 人 弁理士 杉山 毅 至 外 1 名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 要 約

## 1. 発明の名称

光学式液体検出装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 検出面を有する透明媒体に対し、発光素子から出射された光束の入射角を検出面に接する被検出液体と前記透明媒体で形成される界面における全反射の臨界角よりも小さい角度で且つ検出面に被検出液体の付着のない時に透明媒体中を全反射して伝搬する角度に設定して成る光学系と、前記光束の検出面における反射特性の変化を検出する受光素子と検出面の外側から入射する外乱光を、前記検出光束と外乱光の進行角の相違から受光素子に入射しない部分に集光するレンズとを具備して成ることを特徴とする光学式液体検出装置。

2. 受光素子の前面に、発光素子の発光波長帯域の光を選択的に透過し、他の波長帯域の光を反射あるいは吸収する光学フィルターを装設した特許請求の範囲第1項記載の光学式液体検出装置。

3. 前記透明媒体の検出面に対し入射する光束が異なる入射角度に設定された2光束であり、一方は、検出面に被検出液体が接した際の全反射の臨界角以上の角度、他方は全反射の臨界角よりも小さい角度に夫々設定された光学系と前記2光束夫々の反射特性の変化を検出する受光素子と、該受光素子の検出信号を比較することにより被検出液体の有無を検知する比較手段とを具備して成る特許請求の範囲第1項または第2項記載の光学式液体検出装置。

4. 前記被検出液体が両面、薄片または他の水滴である特許請求の範囲第1項、第2項または第3項記載の光学式液体検出装置。

5. 検出装置の装着位置が自動車あるいは電車の前部ガラスあるいはリアガラスにおいてワイパーにて拭き取られる部分の内側、すなわち該検出装置の検出面をワイパーが拭き取る構成である特許請求の範囲第1項、第2項、第3項または第4項記載の光学式液体検出装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;技術分野&gt;

本発明は水（雨）滴等の液体を選択性良く高精度に検知する光学式センサに関するものである。

## &lt;従来技術とその問題点&gt;

液体検知あるいは液体識別センサは、特に自動車において降雨を検知しワイパーあるいはパワーウィンドウやサンルーフ等を自動的に動作させるといった様な場合や一般家庭での屋内からの降雨認識等に有用であり、従来より結露センサあるいは圧電素子を用いたセンサ等が知られている。前者は結露センサ表面への水の付着による素子電極間の急激な電気抵抗の変化により、また後者は自動車の走行中に圧電素子に水滴が衝突した時の圧電効果によって生ずる起電力により、夫々雨滴を検出するものである。しかしながらいずれの場合もセンサは雨滴を検出するために自動車外あるいは屋外に設置されることになり、センサの置かれる環境条件はかなり厳しいものとなる。例えばセンサ素子に対して導電性のホコリ等の付着あるいは

泥はね、小石の衝突等センサにとって誤動作を生じる要因が非常に多くまた自然条件の変動によりセンサ寿命も著しく影響を受ける。そのため、第4図に示した様に自動車のフロントガラス（41）外側面に雨滴（43）が付着した際の2本の電極（42）間の静電容量変化をもって検出するものが提唱されている。これはセンサの構成部品を自動車内部に配置してあるため、外部環境の影響を受けにくい構成であるが、充分な検出力を得るためには電極（42）間隔を小さくする必要があり、従って雨滴の検出面積はかなり小さなものとなるかあるいは大量の雨滴の付着が必要となり検出感度の点で問題がある。さらに、雨滴以外の液体が付着した際も出力に変化を生じ液体識別能にも劣る。そこで、自動車のフロントガラス等を検出面として、光学的手法を駆使することによって水（雨）滴を検出するセンサを考えることができる。すなわち、第5図に示す様にフロントガラス（51）に対しその内側から光源光を入射し、その入射光を常にフロントガラス（51）内で全反射伝搬し

最終端で受光素子（52）に入射する様に設定しておき、フロントガラス（51）の外側面に雨滴が付着した時に空気と雨滴との屈折率の差により前記全反射条件が崩れ入射光が受光素子（52）は受光されないといった光学構のセンサが考えられている。これは検出面がフロントガラス（51）でありセンサを構成する光学部品を全てフロントガラス（51）の内側すなわち車内に配置することができ、ホコリ、泥はね等によるセンサ寿命への影響が低減されるとともに耐環境性に優れたセンサとすることができる。しかし、全反射条件によって検知しようとする検出面に雨滴以外の液体、例えば自動車ワックス等のオイルの付着にても全反射条件が乱され、雨滴の場合と同様な出力変化を示し、さらには、受光素子に対して発光素子から発せられた以外の太陽光等による外乱光の入射も、想され、計測の高精度化、検出液体の識別等に大きな問題を有している。

## &lt;発明の目的&gt;

本発明は以上に述べた様な従来の液体検知ある

いは液体識別センサの有していた欠点を解消するためになされたものであり、光学的手法により液体特に水（雨）滴の選択性に優れた検出を行うものである。

装置（センサ）の構成は、検出面を有するガラス、高分子樹脂あるいはプリズム等の透明媒体において検出面の反対側から異なる入射角度にて2本の光束を透明媒体に入射し、2光束のうち1光束を透明媒体の検出面に付着する水滴等の被検出物と透明媒体の界面における臨界角以上に設定し他方をその臨界角よりも小さい角度に設定することにより検出面に水滴が付着した際の2光束々の透明媒体と水滴との界面における反射特性すなわち受光素子にて検出したデジタル的な反射光強度変化を比較することにより水滴を検知し、水「屈折率  $n = 1.33$ 」と水より屈折率の大きい液体との高精度な識別を可能とし、又、実際に動作する際、外乱光として影響を及ぼす太陽光等についても装置の光学部品パッケージ時に遮光板を設けること及び透明媒体の検出面から入射し受光素

子へ到達の予想される一部の光に關しても受光素子の前面にレンズを配置することにより、受光素子部外にその外乱光を集光することができ、検出2光束においても夫々の受光素子上に精度良く集光可能とする。

さらに、受光素子前面に発光素子の発光波長帯域の光のみを透過する光学フィルターを装荷すれば、外乱光のパワーレベルを大幅に低減でき上記レンズとの併用により外乱光の影響はほとんど無視しうるものとなり、良好なる出力が得られる。

又、センサを構成する光源、受光素子、プリズム等を検出面の反対側に配置できることから車のフロントガラスの外側を検出面とした場合、車内にセンサを設置することができ、耐環境性に優れた構成とすることができる。さらに、透明媒体内を検出光束が全反射を繰り返しながら多重反射にて伝搬を行なう様に光源と受光素子を設けてあるため透明媒体の検出面における検出面積の拡大を図ることができ、微小の水滴にても高感度に検知が行なわれ、またセンサの構成が単純であり安

価なセンサとすることが可能で実用上極めて有益な構成となる。この様に本発明は上記幾多の利点を有する光学式液体検出センサを提供することを目的とするものである。

#### <実施例>

第1図は本発明の一実施例を示す光学式液体検出装置（以降センサと称す）の構成図である。透明媒体（1）の検出面（1a）に対して反対の内面（1T）に発光素子（21）、（22）、受光素子（31）、（32）を一定角度にて配設し、さらに光源である発光素子（21）、（22）からの出射光は透明媒体の内面（1b）に光学的に接着（結合）されたプリズム（4）にてそれぞれ異なる角度で透明媒体（1）中に導入される。透明媒体（1）中を図示する如く全反射にて伝搬した入射光は同様に内面（1b）に光学的に接着されたプリズム（5）を介して透明媒体（1）より導出される受光素子（31）、（32）に入射される。さらに、遮光板（7）とレンズ（6）が上記光学部品と治具（8）により一体パッケージされ、夫々の受光素子（31）、（32）

における検出光強度は電気信号として出力され、周知の比較回路（コンパレータ）において比較することにより水（雨）滴等の有無が検知される構成となっている。

次に、上述のセンサ構成における水滴検知原理並びにセンサ構成の詳細について説明する。透明媒体（1）には屈折率  $n = 1.47$  のパレックスガラス（以下、単にガラスと称す）を用い光源の発光素子（21）、（22）の夫々からの出射ビームがプリズム（4）を透過した後ガラス（1）に対して入射角  $\theta_1 = 50^\circ$ 、 $\theta_2 = 70^\circ$  となる様に発光素子（21）、（22）の角度設定を行う。この2つの入射角を決定するに当ってはガラス（1）に空気あるいは水が付着しているときの全反射条件を考慮して導くことができる。すなわちガラス1の屈折率  $n_g = 1.47$  に対し、空気  $n_a = 1.00$ 、水  $n_w = 1.33$  であり、よって空気、水が夫々ガラスに付着している場合の臨界角  $\theta_a$ 、 $\theta_w$  はスネルの法則により以下の値として求まる。

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{1.47} \cdot \frac{\sin 0^\circ}{\sin 90^\circ} = \frac{1.33}{1.47}$$

$$\therefore \theta_a = 4.29^\circ, \theta_w = 6.48^\circ$$

従って、ガラス（1）の検出面に何も付着していない状態ではガラス（1）に対して光源から  $4.29^\circ$  以上の入射角で入射した光は全てガラス（1）内で全反射を繰り返しながら伝搬して行き一方、ガラス（1）の検出面に水滴が付着するとその水滴の付着した面では全反射角はガラス（1）と水の夫々の屈折率で決定されるため、前述した様に入射角が  $6.48^\circ$  以上のものは全反射にてガラス（1）内を伝搬して行くが、入射角が  $4.29^\circ \leq \theta_i$ （入射角） $< 6.48^\circ$  のものは全てガラス（1）内をほとんど伝搬できなくなる。そこで、このセンサ構成では2光源の夫々からの出射光のガラス（1）に対する入射角を、一方は水の付着にてガラス（1）内の全反射条件に影響を受ける角度（ $4.29^\circ \leq \theta_i < 6.48^\circ$ ）、他方は水の付着にてもガラス（1）内の全反射条件に影

響を受けない角度 ( $\theta_1 \geq 6.48^\circ$ ) に設定するとともに、水の付着時に異なる入射角度で入射した2光束の光強度を比較することにより水の有無を識別可能とするものである。それ故に  $\theta_1 = 5.0^\circ$ 、 $\theta_2 = 7.0^\circ$  としている。

センサの詳細な動作機構は以下の如くである。ガラス検出面に水滴等の付着していない通常の場合には2光源からの夫々の入射光はともにガラス(1)内を伝搬し受光素子(31)、(32)に到達する。ところが、ガラス検出面に水滴が付着すると入射角  $\theta_1$  のものは水滴付着部で大きな光損失を生じ受光素子(31)へはほとんど入射光が到達せず、他方の入射角  $\theta_2$  の光束は水滴付着と無関係に全反射を繰り返して受光素子(32)へ入射光が到達する。さらに、ガラス検出面に水滴以外の液体例えば、車の排気に含まれる油分、カーワックス、エンジンオイル、一般家庭に使用するサラダ油等のオイルが付着した場合を考えてもこれらオイルの屈折率は水の屈折率に比較してかなり大きくかつガラスの屈折率に比較的近いため

ではエンジンオイル)付着時の受光素子(31)、(32)にて検出された光強度を同一の入射角度で空気に対して受光素子に入射した光強度にノーマライズし反射率( $R$ )としてとってある。この結果からも明らかな様に、前に述べた内容すなわち入射角( $\theta_1$ )が  $4.29^\circ \leq \theta_1 < 6.48^\circ$  では水(図中の実線に相当)の付着により大きく光損失を生じ、 $\theta_1 \geq 6.48^\circ$  では水の付着に無関係であることが確認された。さらに、オイル(図中の破線に相当)も入射角  $\theta_1 \geq \sim 80^\circ$  付近まで影響のないことが明らかとなった。また、反射率(検知光強度)の変動は急峻であり、従って、表1に反射率を規格化して示した様に2つの受光素子(31)、(32)のうち片方のみの光強度が減衰する時すなわち  $(\theta_1, \theta_2) = (0, 1)$  の場合のみ水(雨)滴と判断してセンサを動作させることが可能となる。この様に本実施例のセンサでは2光束を異なる入射角で用い夫々の反射特性を比較することにより水以外の液体の付着に対してその影響を受けることなく、高精度、高感度で

全反射を形成する臨界角も大きな値( $\theta_c \sim 80^\circ$ )となり、オイルの付着時には入射角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  ともに付着部にて光損失を生じ受光素子へはほとんど入射光が到達しない。従って、入射角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の2光束のうち、 $\theta_1$  で入射した光のみが減衰するときに水滴の付着を認識できるわけである。

次に、以上の内容を実際の測定結果である第2図と表1を用いて説明する。

[表1]

光源入射角 ガラス 検出面接触物質 (deg.)	$\theta_1 = 5.0$	$\theta_2 = 7.0$
空気	1	1
水	0	1
オイル	0	0

表1は反射率の規格化値を示す。また第2図は第1図のセンサ構成にて横軸に光源光のガラス(1)に対する入射角  $\theta_1$  をとり、縦軸には夫々の入射角度において水あるいはオイル(本実施例

水滴のみの検知ができる。尚、透明媒体(1)としてはバイレックスガラス以外にも各種光学ガラス、高分子樹脂さらには自動車のフロントガラス、リアガラス等をそのまま用いることもできる。また、光源入射角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  の設定も適用される透明媒体(1)の屈折率を考慮し、透明媒体(1)に水が付着した際の全反射臨界角にて決定され、 $\theta_1$  は臨界角より小さい角度、 $\theta_2$  は臨界角以上で  $80^\circ$  以下程度に設定すれば良い。

次に、太陽光等の外乱光の影響低減を考えた場合、第1図に示す様に光学部品をパッケージにて一体化する際図中に示す如く遮光板(7)を設けても太陽光等の外乱光はあらゆる角度にてガラスの検出面へ入射するため、それらの中には受光素子へ到達するものが存在する。しかし、透明媒体であるガラスは平行平板であり、検出面におけるポイントでの光入射を考えると前述した様に空気とガラスの臨界角の関係により入射角は最大  $4.29^\circ$  となり模式的には第3a図に示す状況と考えられる。従って、検出2光束とは進行角が異なりレン

ズによる検出光と外乱光の空間的分離が可能となる。第3b図にプリズム射出後の検出2光束(実線)と外乱光(破線)の夫々のレンズによる集光状態を示す。検出2光束の夫々の出射角 $\theta_1 = 5.0^\circ$ 、 $\theta_2 = 7.0^\circ$ に対し、外乱光の最大出射角は $42.9^\circ$ であるため明確な分離が可能となる。一方、プリズムの(b)面から出射される外乱光に関してはほとんどが受光素子部から遠い部分へのみ到達し問題にはならない。又、信号光2光束についても、第3b図に示す通り進行角度の違いにより充分弁別して夫々の受光素子上に集光され良好な出力信号が得られる。

さらに、センサの使用光源としてレーザーダイオード、LED等の発光スペクトル幅の狭帯域のものを用いれば、外乱光は自然光(白色光)であることより、受光素子の前面に受光素子の波長帯域の光のみを透過する光学フィルターを設置することで、受光素子の検出感度内の自然光を充分減衰させる効果が望め、外乱光のパワーレベルの低減が図れる。以上述べた様に外乱光に対してレン

ズによる空間的分離さらにはフィルターを用いた波長領域での分離を併用することでセンサ出力への外乱光の影響はほとんど無視し得るものとなる。

センサの装着位置に関しても、例えば自動車においてフロントガラスあるいはリアガラスの内側にセンサを装着した場合、ガラスは一定の傾斜を有しているため、検出面のセンサ装着面外に少量の雨滴が付着した際もセンサ部まで流れ落ち雨滴検出の確立向上が望め、又、検出面をワイパーにて拭き取られる部分としてその内側にセンサを設置することで、雨滴検知時にはワイパーが動作し雨滴を拭き取る構成となることからセンサ検出面に雨滴が停着することなく、従って、降雨の停止を確実に認識できる。

この様に本実施例のセンサは、自動車のワイパー、パワーウィンドウ、サンルーフ等の自動制御あるいは家庭内での降雨認識等広範な用途への適用が可能となる。

#### <発明の効果>

以上詳述した如く、本発明に係る光学式液体検

出装置(センサ)は以下に示す様な実用上極めて有益な特性を有する。

- (1) 光学的手法にて水滴を検知するため、特に自動車において各種自動制御のための水滴検出あるいは家庭内での降雨認識を行なう場合、センサの構成部品を自動車内等検出面の内側に設置することができるため、外部の環境変化に対して良好なる耐性を有する。
- (2) 異なる入射角度の2光束を用い水滴付着時の2光束夫々の反射特性(反射光強度)の比較を行って水滴の検出を行うためセンサの検出面に水以外の液体が付着した際もその影響を受けることなく検出対象の選択性に優れ、さらに、太陽光等の外乱光に関してもレンズ、光学フィルターの併用によりその影響を除去できる。
- (3) センサの構成が簡便であり安価なセンサとすることができる。

以上述べた様に本発明の光学式液体検出装置は安価に作製できるとともに良好なる耐環境性を有し、また2光束を用いて光の全反射を利用するこ

とにより水滴を検知するため、高感度かつ水滴検知の選択性に優れ、さらに、外乱光の影響はほとんど受けない高精度な検出を可能とするものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

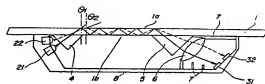
第1図は本発明の一実施例を示す2光束を用い治具にてパッケージした光学式液体検出装置の構成図である。第2図は第1図に示す構成にて検出面に水とオイルが夫々付着した時の特性を示す特性図である。第3a、3b図は本発明の装置によるレンズを利用しての外乱光の空間的分離(除去)の原理を示す模式図である。

第4図は静電容量式雨滴センサの原理図であり第5図は1光束で全反射特性の変化より雨滴を検出する光学式センサの構成図である。

1…ガラス、1a…検出面、1b…4、2.1、2.2、5.3…発光素子、3.1、3.2、5.2…受光素子、4…光入射用プリズム、5…光出射用プリズム、6…レンズ、7…選振板、8…固定用治具、4.1、5.1…自動車のフロントガラス、

42…平行電極、43…兩滴。

代理人 弁理士 杉 山 毅 至 (他1名)



特開昭 63-33645 (7)

第 1 頁の続き

発 明 者 伊 藤 政 隆 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社  
内